

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭63-75533

⑬ Int. Cl.

G 01 L 5/16

識別記号

厅内整理番号

7409-2F

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 14 頁)

⑮ 発明の名称 力検出装置

⑯ 特 願 昭61-219968

⑰ 出 願 昭61(1986)9月18日

⑮ 発明者	江 口 裕 俊	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑯ 発明者	泉 耕 二	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑰ 発明者	太 田 英 一	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑱ 発明者	木 村 裕 治	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑲ 発明者	海 老 豊	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑳ 出願人	株式会社リコー	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	
㉑ 代理人	弁理士 柏木 明		

明細書

1. 発明の名称 力検出装置

検出装置。

2. 特許請求の範囲

中心部と周辺部とのいずれか一方を支持部とし他方を作用部とし、これらの両者間に検出面を形成し、この検出面よりも前記中心部と前記周辺部との剛性を大きくした平板状起亜体を形成し、この平板状起亜体の前記検出面のX軸方向にそのX軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるX軸方向の成分力検出のための検出素子を形成し、前記検出面のX軸方向と直交するY軸方向にそのY軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるY軸方向の成分力検出のための検出素子を形成し、前記検出面のX軸及びY軸方向と互いに45度をなすZ軸方向にそのZ軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるZ軸方向の成分力検出のための検出素子を形成したことを特徴とする力

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は、たとえばロボット用力覚センサやマンマシンインターフェースとしての三次元入力装置等に利用される力検出装置に関するものである。従来の技術

従来の力検出装置は、外力が印加されることにより弾性変形する起亜体にこの起亜体の機械的変形により電気抵抗を変化させる複数の検出素子を形成し、これらの検出素子の電気的抵抗変化を電気的信号として取り出して外力の強さを検出しているものである。

一般に、この種の力検出装置において、外力は一定の一点に作用するものであり、その作用点におけるX, Y, Z座標系の力  $F_x, F_y, F_z$  とモーメント  $M_x, M_y, M_z$  との独立した各成分力は第1

4図に示すように作用しているものである。

このような各成分力を検出するため、力検出装置の起歪体を立体的なプロツク構造に形成し、外力を多軸力成分として分離検出するようにしたものが存し、この構造は実公昭54-11903号公報、実公昭54-21021号公報、特開昭59-95433号公報、特開昭61-57825号公報、特開昭61-79129号公報等により開示されている。とくに、前述の作用点におけるX、Y、Z座標系の力 $F_x, F_y, F_z$ とモーメント $M_x, M_y, M_z$ との独立した各成分力の検出面、すなわち、ストレンゲージの貼付面は、成分力に垂直な面を用いていることに特徴があるものであり、起歪体は前述のようにプロツク構造としての三次元的な構造にならざるを得ないものである。

このような構造のものにおいては、起歪体の製作手段が切削加工や放電加工であり、プロツク状の素材から製作しなければならないものである。

- 3 -

子の形成も簡単に行うことができる力検出素子を得ることを目的とする。

#### 構成

本発明は、剛性の高い中心部と周辺部との間に検出面を形成した平板状起歪体を形成し、前記中心部と前記周辺部とのいずれか一方を支持部とし他方を作用点とするとともに前記検出面に検出素子を形成する。これにより、起歪体は平板状であるため、その製作時に僅かな切削加工をするだけで形成することができ、また、ファインプランギング等のプレス加工や鋳造による加工も可能であり、しかも、検出面を平面に形成することにより、検出素子の形成を薄膜半導体を用いて行うことができ、とくに、検出面のX軸方向にそのX軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるX軸方向の成分力検出のための検出素子を形成し、前記検出面のX軸方向と直交するY軸方向にそのY軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるY

そのため、加工が困難かつ煩雑である。また、各成分の力検出要素毎にストレンゲージによる検出素子を貼着し、これらの電気的接続はブリッジ結合されるのが一般的であるので、リード線のはいまわしが煩雑であり、コンパクト化や低コスト化をすることが難しく、量産性が低いと云う問題点を有しているものである。

また、外力を多軸力成分として分離するために構造物やプレートを組合せて立体的なプロツクを形成しているものも存し、この構造のものは特開昭61-83929号公報に開示されている。このような構造のものにおいては、各成分毎の検出体がビス等により締結されているため、再現性に乏しいと云う問題がある。すなわち、締結部の変形によりヒステリシスや非線形性が生じることになる。

#### 目的

本発明は、起歪体の製作が容易であり、検出素

- 4 -

軸方向の成分力検出のための検出素子を形成し、前記検出面のX軸及びY軸方向と互いに45度をなすZ軸方向にそのZ軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるZ軸方向の成分力検出のための検出素子を形成したので、X、Y軸方向とZ軸方向との干渉が少ないように構成したものである。

本発明の第一の実施例を第1図乃至第13図に基づいて説明する。まず、平板状起歪体1はリング状に形成された厚さが厚くて剛性の高い周辺部2を有し、この周辺部2には同一円周上に位置して厚さ方向に貫通した8個の取付孔3が形成されている。この周辺部2は図示しない固定部に固定される支持部4に連結されている。

また、中央には厚さが厚い円板状の中心部5が形成され、この中心部5には4個の取付孔6が厚さ方向に貫通して形成されている。この中心部5には、図示しない部材が取付けられ、この中心部

- 5 -

- 6 -

5は外力を受けるための作用部7とされている。

さらに、前記支持部4と前記作用部7との間にば厚さの薄い平板部8が形成され、この平板部8の表面は検出面9とされている。このような平板部8には比較的直径の大きい8個の穴10が等間隔に形成されている。これらの穴10により内外周を連結する8本のアーム11が放射状に形成されている。これらのアーム11はそれらの中心部分において最も幅の狭い幅狭部12とこの幅狭部12の両端に位置して略台形の拡開部13となりなるものである。そして、X軸方向とY軸方向とX軸及びY軸に対して45度の角度を持つZ軸方向とに沿うように前記アーム部11を位置決めしている。

ついで、前記X軸上における前記拡開部13にはY<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>と表示されたストレンゲージによる検出素子14が形成されている。これらの検出素子14の内、前記Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>とは外側の拡開

部13に位置し、前記Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>とは内側の拡開部13に位置している。そして、これらの検出素子14は第5図に示すようにブリッジ結合されており、Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>なる検出素子14のバランスが崩れた時には出力V<sub>Y</sub>が発生するように接続されている。

また、前記X軸と直交する前記Y軸上における前記拡開部13にはX<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>と表示されたストレンゲージによる検出素子14が形成されている。これらの検出素子14の内、前記X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>とは外側の拡開部13に位置し、前記X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>とは内側の拡開部13に位置している。これらの検出素子14は第6図に示すようにブリッジ結合されており、X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>なる検出素子14のバランスが崩れた時には出力V<sub>X</sub>が発生するように接続されている。

さらに、X軸及びY軸に対して45度の角度を持つZ軸上に位置する前記拡開部13には、Z<sub>1</sub>,

- 7 -

Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub>, Z<sub>5</sub>, Z<sub>6</sub>, Z<sub>7</sub>, Z<sub>8</sub>と表示した8個の検出素子14が形成されている。これらの検出素子14の内、Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub>は外側の前記拡開部13に位置し、Z<sub>5</sub>, Z<sub>6</sub>, Z<sub>7</sub>, Z<sub>8</sub>は内側の前記拡開部13に位置している。これらの検出素子14は第7図に示すように接続されている。すなわち、Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>とZ<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub>とZ<sub>5</sub>, Z<sub>6</sub>とZ<sub>7</sub>, Z<sub>8</sub>とがそれぞれユニットになってブリッジ結合されており、これらのバランスが崩れた時には出力V<sub>Z</sub>が発生するものである。

以上で示した平板状起歪体の検出素子14は從来から使われてきた金属箔歪ゲージを用いることも可能であった。起歪体の平板化の必要性は、歪センサの薄膜形成技術にとっても重要である。

前述のように位置決めされた検出素子14は、薄膜技術により形成されているものである。すなわち、前記平板状起歪体1はアルミニウム合金またはステンレス鋼により形成されているもので

- 8 -

あるが、まず、その検出面9にはバッファ層が堆積形成される。このバッファ層として具体的には、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>あるいは内部応力の少ないSiO<sub>2</sub>膜を200Å～1000Å プラズマCVD法にて作成する。つぎに、このバッファ層の上に半導体薄膜をその厚さが5000～20000Åになるように積層し、さらに、電極材料となる高導電材料（たとえば、Al, Ni-Cr, Mo等の金属薄膜）を2000～5000Åの厚さをもつて順次積層する。具体的には、半導体薄膜としては、プラズマCVD法あるいは光露起CVD法で作成したμc-Si（マイクロクリスタルシリコン）か、n<sup>+</sup>a-Si:Hを使用し、電極材料としてはAl-Si（Si: 2～3wt%）を蒸着法あるいはスパッタリング法によって作成する。

つぎに、電極材料をフォトリソ、エッチング工法によって所定の形状にパターン化する。エッチングとしては、ウエット法、ドライ法とがともに形状的には問題がないが、素子特性に対する影響

- 9 -

を避けるためには、ドライエッチが望ましい。また、 $a\text{-Si:H}$ の場合、プラズマエッティング装置により $\text{CF}_x\text{-O}_y$ （3～20wt%）の混合ガスを使用することで再現性、精度とも良好なエッティングが可能である。

また、 $\text{Fx}, \text{Fy}, \text{Fz}, \text{Mx}, \text{My}, \text{Mz}$ の力の6成分の検出と検出素子14のプリッジ回路とを必要とするところから配線密度が高くなるため、多層配線としなければならない。そのために、層間絶縁材料、例えば感光性ポリイミドあるいは $\text{Si}_3\text{N}_4$ を積層する。感光性ポリイミドを使用する場合には、ロールコーダあるいはスピナーによって塗布し、フォトリソ、エッティング工程によりコンタクトホール部を作成する。 $\text{Si}_3\text{N}_4$ の場合には、プラズマCVD法によって成膜をし、レジスト塗布後にフォトリソ、エッティング工程によりコンタクトホール部を作成する。

さらに、第2次電極材料（例えば $\text{Al}, \text{Ni-Cr}$ ,

- 11 -

いものである。

また、半導体薄膜の堆積形成の際に、必要な部分だけに開口部を設けたメタルマスクを使用して所定の位置だけに半導体薄膜を形成するようにしても良い。これにより、半導体薄膜のフォトリソ、エッティング工程が不用となり、プロセスが簡略化でき、低コストで検出素子14部分の製造が可能になる。

このような構成において、第8図(a)(b)に基づいて平板状起歪体1の検出原理について説明する。まず、第8図において、ビームまたはプレートによる起歪体15が固定部16と可動部17との間に取付けられており、この起歪体15の上下面には中心からの距離を等しくして検出素子としてのストレンゲージ18が設けられている。そして、第8図(a)に示す状態は可動部17に負荷が加えられていない状態であり、第8図(b)に示す状態は、 $F$ なる下方への負荷が印加されて可動部17

$\text{Mo}$ 等）をこの上に積層し、フォトリソ、エッティング工程により所定の配線及びパッド部を形成する。

つぎに、耐湿性の向上及び機械的損傷の防止のためのバシベーション膜として、例えばパリレンあるいは $\text{SiO}_2, \text{Si}_3\text{N}_4$ を堆積形成する。

このような検出素子14の形成手段に対して、第1次電極パターン、層間絶縁部、第2次電極パターンを先に形成しておくこともできる。このようにすることにより、この工程までの不良品を除外することができ、最終工程での歩留まりを向上させることができるものである。検出素子14部分での不良モードは、第1次及び第2次電極パターンのショート、断線が25%であり、層間絶縁部の絶縁不良によるショート、コンタクトホール不良品による断線が20%程度であり、この工程までの不良が大半を占めている。そのため、早い工程段階でこれらの不良を除外できる効果は大き

- 12 -

が下方へ移動した状態である。このとき、起歪体15は固定部16側の上面が伸び、下面が縮小し、可動部17側の上面が縮小し、下面が伸びている。すなわち、ストレンゲージ18には絶対値が等しく符号+/-が逆の値が発生してそれに応じた抵抗変化をする。一般にこの4枚のストレンゲージ18をプリッジ結合して一枚のストレンゲージの場合と比較し感度を4倍にして出力を取り出すようしている。

つぎに、第9図に示すものは、本実施例における平板状起歪体1と同様な断面のものであり、周囲の支持部4は図示しない固定部に固定され、中心の作用部7に外力が作用するものである。いま、第9図(a)は作用部7に荷重が作用していない状態であり、第9図(b)は $F_z$ なる垂直荷重が作用している状態である。この状態においては、中心の作用部7から片側は前述の第8図(b)に示す状態と同様であり、内側の二つの検出素子14は縮

- 13 -

み(−)、外側の二つの検出素子14は伸び(+)である。第9図(c)に示す状態は作用部7にモーメントMが作用した状態である。この状態においては、左右で反対称の挠状態を示し、内側と外側との検出素子14のそれぞれの挠状態が逆の符号を示す状態になっている。

このような検出原理を示す平板状起歪体1において、支持部4と作用部7とが平板部8よりも剛性が高く、しかも、支持部4、作用部7、平板部8が一体的に形成されていることが重要な要件である。すなわち、支持部4と作用部7とには固定部及び荷重検出部が結合されるものであるが、これらの締結部に外力による変形又は遊びが生じることがあると出力にヒステリシスが生じたり、非線形性が生じたりする。そのため、支持部4と作用部7とが平板部8よりも剛性が高く、しかも、支持部4、作用部7、平板部8が一体的に形成されていることにより、ヒステリシスの発生や非線

- 15 -

の感圧部材に対して外力が作用点O<sub>1</sub>に作用するものとする。そこで、感圧部材の作用点O<sub>1</sub>に働くF<sub>X</sub>、F<sub>Y</sub>、F<sub>Z</sub>、M<sub>X</sub>、M<sub>Y</sub>の成分は、検出面9の作用点O<sub>1</sub>では、F<sub>Z</sub>、M<sub>X</sub>、M<sub>Y</sub>の3成分力として検出されるものである。

つぎに、第11図ないし第13図に基づいて平板状起歪体1に外力が作用した代表的な状態について説明する。まず、作用力として作用部7にモーメントM<sub>Y</sub>のみが作用する状態を第11図(a) (b)(c)(d)に示す。このとき、第11図(a)に示すようにM<sub>X</sub>成分検出部においては変形がなく、X<sub>1</sub>、X<sub>2</sub>、X<sub>3</sub>、X<sub>4</sub>の検出素子14により構成された第6図に示すプリツジ回路の出力V<sub>X</sub>は「0」である。また、M<sub>Y</sub>成分検出部は、第11図(b)に示すような変形モードとなり、Y<sub>1</sub>、Y<sub>2</sub>、Y<sub>3</sub>、Y<sub>4</sub>と表示された検出素子14がそれぞれ変形し、第5図に示すプリツジ回路の出力V<sub>Y</sub>がモーメントM<sub>Y</sub>に応じた値を示す。さらに、F<sub>Z</sub>成分検出

形性が発生したりすることがない。また、締結部としての支持部4と作用部7とには、ねじ締め等による応力が発生して検出面9に歪を発生させ易いものであるが、これらの支持部4と作用部7とは平板部8よりもはるかに剛性が高いので、検出素子14に他部材の締結を原因とする歪が発生することがない。

一般に、中心に位置する作用部7にはZ軸方向に突出する感圧部材が取付けられるものであるが、その感圧部材の先端にF<sub>Z</sub>なる力が作用したとすれば、作用部7ではM<sub>Y</sub>なるモーメントになり、感圧部材の先端にF<sub>X</sub>なる力が作用したとすれば、作用部7ではM<sub>X</sub>なるモーメントとなる。そのため、M<sub>Y</sub>、M<sub>X</sub>、F<sub>Z</sub>の三つの外力が代表的なものとなる。

この応力関係を第10図に基づいて説明する。まず、検出面9の中心に作用点O<sub>1</sub>が存し、この作用点O<sub>1</sub>に高さLの感圧部材が取付けられ、こ

- 16 -

部は、第11図(c)(d)に示すような変形モードとなり、Z<sub>1</sub>、Z<sub>2</sub>、Z<sub>3</sub>、Z<sub>4</sub>、Z<sub>5</sub>、Z<sub>6</sub>、Z<sub>7</sub>、Z<sub>8</sub>と表示した8個の検出素子14がそれぞれ変形する。しかしながら、この変形度合いが小さいこと、その出力は第7図に示すプリツジ回路により求められることによりほとんど「0」になる。すなわち、Z<sub>1</sub>とZ<sub>2</sub>、Z<sub>3</sub>とZ<sub>4</sub>、Z<sub>5</sub>とZ<sub>6</sub>、Z<sub>7</sub>とZ<sub>8</sub>との伸び縮みの変形の方向は各々逆方向であり、第7図に示すプリツジ回路において各辺の合成抵抗がそれぞれ相殺されて「0」になるため、出力V<sub>Z</sub>は「0」になる。

ここではF<sub>Z</sub>成分検出に8個のストレンゲージを用いているが、X、Y軸またはX、Y軸と45度方向にある軸のひとつの軸方向で4個のストレンゲージを用いても検出は可能である。しかし、F<sub>Z</sub>以外の力(モーメント)の干渉を小さくするために本方式を採用した。

つぎに、モーメントM<sub>X</sub>のみが作用する状態は、

- 17 -

- 18 -

第12図(a)(b)(c)(d)に示されるが、この場合は  $M_x$  成分検出部の出力  $V_x$  が発生し、 $M_y$  成分検出部の出力  $V_y$  は「0」となる。また、 $F_z$  成分検出部の出力  $V_z$  については、前述の第11図(c)(d)における場合と同様な理由により「0」となる。

さらに、力  $F_z$  のみが作用する場合は、第13図(a)(b)(c)(d)に示されるが、 $M_x$  成分検出部においては、 $X_1, X_2$  が+側の変形であり、 $X_3, X_4$  が-側の変形であり、第6図に示すブリッジ回路の出力  $V_x$  は「0」である。また、 $M_y$  成分検出部の出力  $V_y$  も同様な理由で「0」である。一方、 $F_z$  成分検出部の出力  $V_z$  は一個の検出素子14の8倍の出力が得られる。

このような第11図ないし第13図の出力状態をまとめると、第1表に示すようになる。

第1表

		$M_y$	$M_x$	$F_z$
$M_x$ 成分検出部	$X_1$	0	+	+
	$X_2$	0	-	-
	$X_3$	0	+	-
	$X_4$	0	-	+
$M_y$ 成分検出部	$V_x$	0	$V_x$	0
	$Y_1$	-	0	+
	$Y_2$	+	0	-
	$Y_3$	-	0	-
$F_z$ 成分検出部	$Y_4$	+	0	+
	$V_y$	0	0	0
	$Z_1$	-	-	+
	$Z_2$	+	-	-
	$Z_3$	-	-	-
	$Z_4$	+	+	+
	$Z_5$	-	+	+
	$Z_6$	+	-	-
	$Z_7$	-	+	+
	$Z_8$	+	-	0
	$V_z$	0	0	$V_z$

このように最大感度の方向の変形を正ゲージとしての検出素子14により検出し、他の干渉成分はブリッジ回路によりその出力を「0」とすることが可能になった。

つぎに、平板状起歪体1の平板部8に穴10を形成したことにより、各成分の応力分離が良好に行われている。例えば、平板部8に穴10がなく

て円形ダイヤフラムにより形成されているものとすれば、作用部7に外力が作用した時、平板部8に生じる曲げ応力は動径方向に生じることはもちろんのことであるが、周方向にも略同程度の応力が生じてしまうものである。この周方向の応力の発生は各成分毎に検出する場合、他の成分に大きく干渉する。しかしながら、前述のように中心から等距離で円周上に等間隔で複数の穴10が形成されていることにより、平板部8に発生する周方向の曲げ応力を小さくし、歪の発生を主として動径方向にのみ表われるようしている。このような作用により、各成分の応力の干渉がなく、その応力分離が良好に行われるものである。

また、平板状起歪体1の平板部8に形成された穴10によりアーム11が形成され、このアーム11の拡開部13に検出素子14が位置している。この拡開部13は互いに隣合う二個の穴10により形成されているものであり、略台形に近似した

形状をしている。そして、円周方向に対しては、隣合う拡開部13と互いに分離された形をしており、前述のように円周方向の曲げ応力による干渉が生じない状態になっている。しかも、拡開部13はアーム11部分の基部に位置しているので、動径方向の曲げ応力が発生しやすい部分であり、外力により発生する歪の検出には適当な位置である。さらに、拡開部13に発生する曲げ応力の分布を見ると、アーム11の基部における前記拡開部13においては、その応力分布が比較的均一であり、しかも、干渉が少ない。そのため、検出素子14をストレンゲージとして平板状起歪体1に貼付する場合、多少の位置ずれがあつても歪検出の精度のバラツキがなく、これにより多少の位置ずれは許容されることになり、貼付位置の精度に対して厳しい条件を付ける必要がないものである。

つぎに、平板状起歪体1の平板部8に8個の穴10が形成されていることにより、X軸とY軸と

の動径方向に対して、それらと45度の角度を持つ位置にZ<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub>, Z<sub>5</sub>, Z<sub>6</sub>, Z<sub>7</sub>, Z<sub>8</sub>なる検出素子14を配設することができる。このような検出素子14の配設により、第1表に示すようにF<sub>z</sub>成分の検出が良好に為され、しかも、M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>成分の検出時にその成分以外の検出値を有効に消去することができるものである。

ついで、第15図に基づいて本発明の第二の実施例を説明する。本実施例は前述の第一の実施例と同様な構成が採用されている他に、平板状起歪体1の穴10の側面19に検出素子14を貼付したものである。すなわち、X軸に沿ったアーム11の側面19にはF<sub>y</sub>検出用の検出素子14が貼付され、Y軸に沿ったアーム11の側面19にはF<sub>x</sub>検出用の検出素子14が貼付され、X軸及びY軸と45度の角度をなすアーム11の側面19にはモーメントM<sub>z</sub>検出用の検出素子14が貼付されている。したがつて、本実施例によれば、X

- 23 -

るものである。

つぎに、第19図に示すものは、前記第四の実施例の変形例であり、梢円形の穴10の方向が異なるものである。すなわち、穴10の短径が放射方向に向けて配設されている。

さらに、第20図に示すものは、前記第四のさらに異なる変形例であり、穴10が六角形のものである。

このように穴10の形状は任意のものが採用可能なものである。

なお、前記の各実施例においては、平板状起歪体1を円板状のものとして説明したが、その外周形状は円板状に限られるものではなく、正方形状、矩形状、多角形状その他の任意の形状により形成することができる。

#### 効果

本発明は、上述のように中心部と周辺部とのいずれか一方を支持部とし他方を作用部とし、これ

軸回りのモーメントM<sub>z</sub>も検出することができるものである。

なお、前記の各実施例においては、平板状起歪体1を円板状のものとして説明したが、その外周形状は円板状に限られるものではなく、正方形状、矩形状、多角形状その他の任意の形状により形成することができる。

次に、第16図及び第17図に基づいて本発明の第三の実施例を説明する。本実施例の平板状起歪体1の平板部8に穴10を形成しないものであり、M<sub>x</sub>検出軸とM<sub>y</sub>検出軸となるX軸方向とY軸方向とを直交させてそれぞれの軸方向に検出素子14を配設するとともにX、Y軸と45度をなすF<sub>z</sub>出軸となるZ軸方向に検出素子14を設けたものである。

第18図に示すものは本発明の第四の実施例で、穴10の形状が梢円形であり、しかも、その長径が放射方向、すなわち、動径方向に向けられてい

- 24 -

らの両者間に検出面を形成し、この検出面よりも前記中心部と前記周辺部との剛性を大きくした平板状起歪体を形成し、この平板状起歪体の前記検出面にこの検出面の機械的変形により電気抵抗を変化させる検出素子を形成したので、平板状起歪体の製作がきわめて容易であり、しかも、従来のプロツク状のものであれば製作することができない工法を採用することができ、また、検出面のX軸方向にそのX軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるX軸方向の成分力検出のための検出素子を形成し、前記検出面のX軸方向と直交するY軸方向にそのY軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるY軸方向の成分力検出のための検出素子を形成し、前記検出面のX軸及びY軸方向と互いに45度をなすZ軸方向にそのZ軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させるZ軸方向の成分力検出のための検出素子を形成したので、X、Y軸方向とZ軸方向との干渉を少なくす

ることができ、検出素子も薄膜半導体を利用して形成することができ、これにより、均等な性能を有する検出素子の配列を行うことができ、それらの位置も正確になり、とくに、各成分毎のプリッジ化をする複雑なリード線の配線が容易になる等の効果を有するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例を示す斜視図、第2図はその平面図、第3図は第2図におけるA-A線部の断面図、第4図は第2図におけるB-B線部の断面図、第5図は $M_y$ 成分検出部のプリッジ回路を示す電気回路図、第6図は $M_x$ 成分検出部のプリッジ回路を示す電気回路図、第7図は $F_z$ 成分検出部のプリッジ回路を示す電気回路図、第8図は検出原理を示す側面図、第9図は平板状起歪体に外力が作用した状態の検出原理を示す側面図、第10図は作用部に作用する力の状態を示す斜視図。

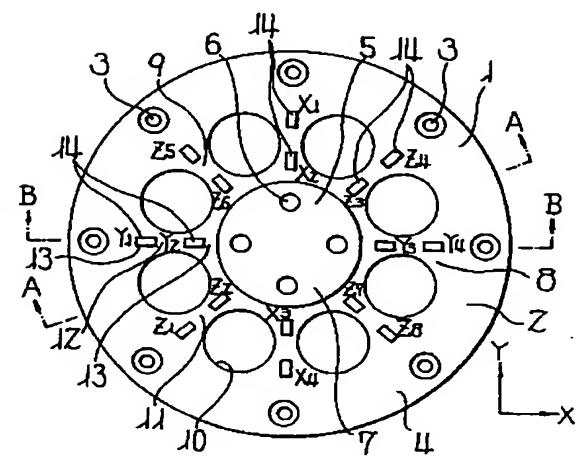
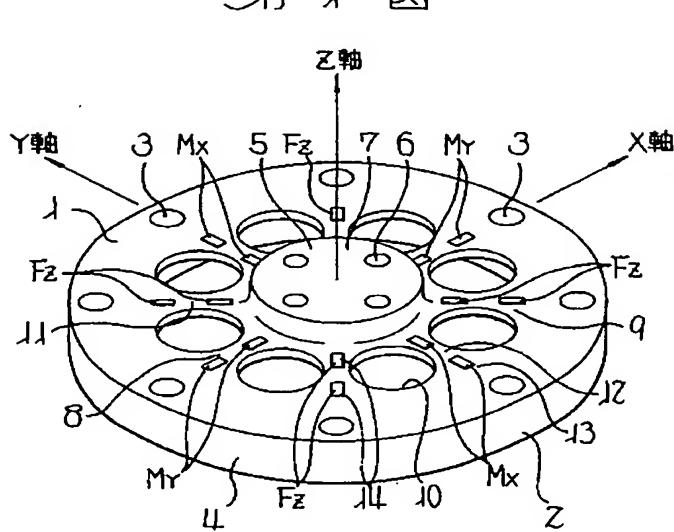
- 27 -

す斜視図、第11図はモーメント $M_y$ が作用した時の平板状起歪体の変形状態を示す側面図、第12図はモーメント $M_x$ が作用した時の平板状起歪体の変形状態を示す側面図、第13図は力 $F_z$ が作用した時の平板状起歪体の変形状態を示す側面図、第14図は外力の作用した場合の各成分力を示すベクトル図、第15図は本発明の第二の実施例を示す斜視図、第16図は本発明の第三の実施例を示す斜視図、第17図は第16図におけるC-C線部の断面図、第18図は本発明の第四の実施例を示す平面図、第19図はその変形例を示す平面図、第20図はさらにその変形例を示す平面図である。

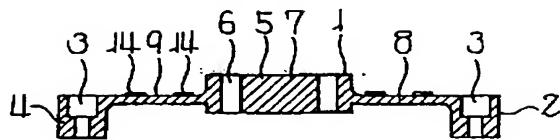
1…平板状起歪体、2…周辺部、4…支持部、5…中心部、7…作用部、9…検出面、14…検出素子

- 28 -

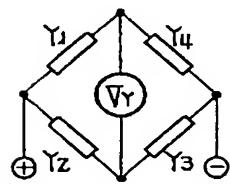
#### 第1図



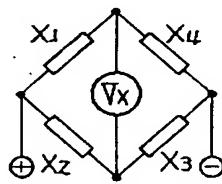
第4図



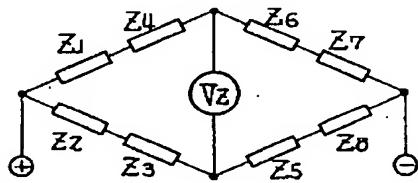
第5図



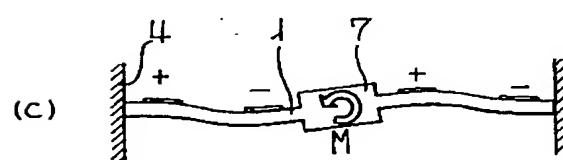
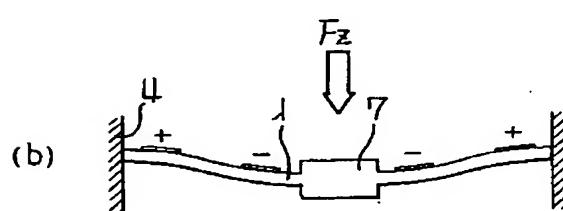
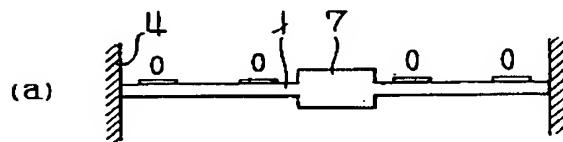
第6図



第7図

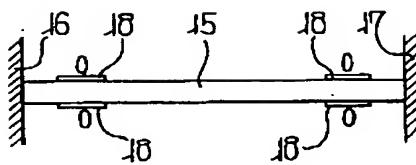


第9図

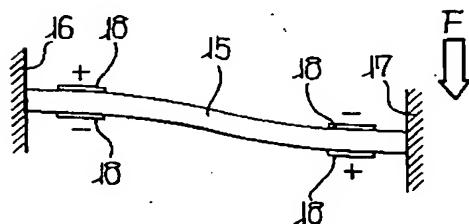


(a)

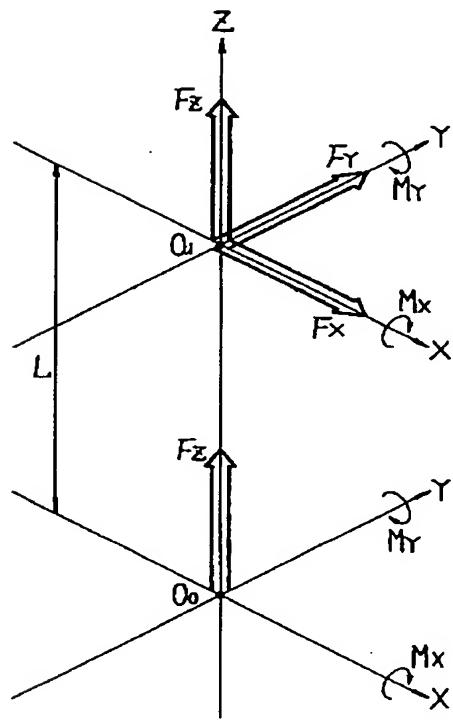
第8図



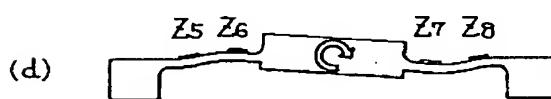
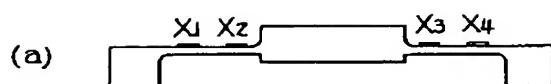
(b)



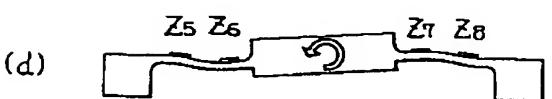
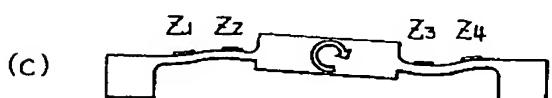
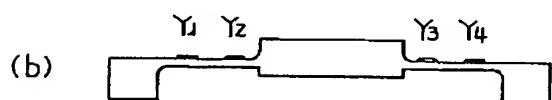
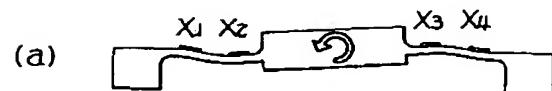
第10図



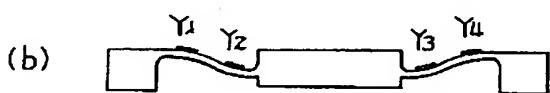
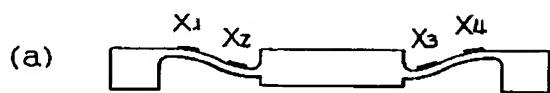
第11図



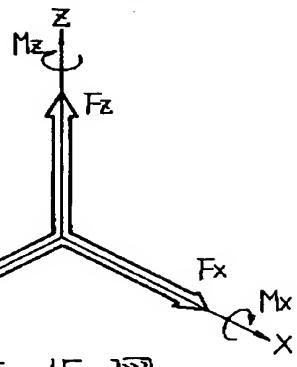
第12図



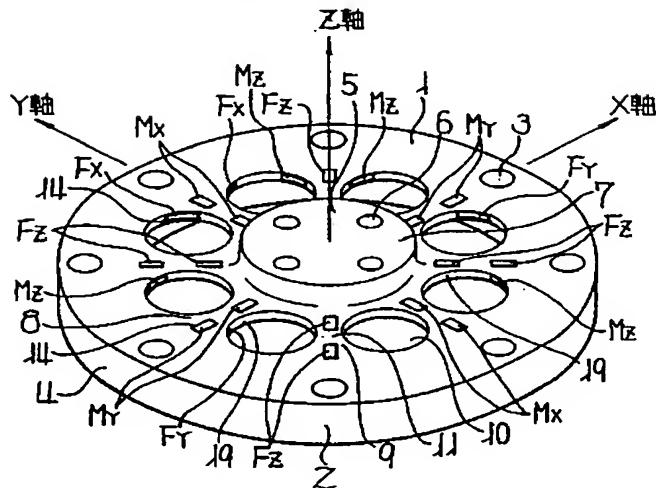
第13図



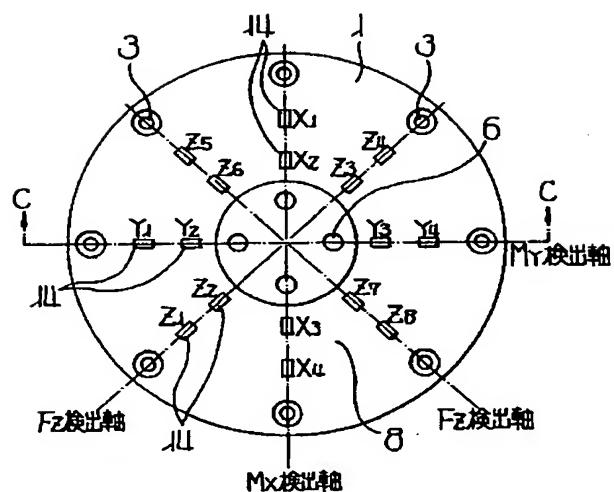
第 14 図



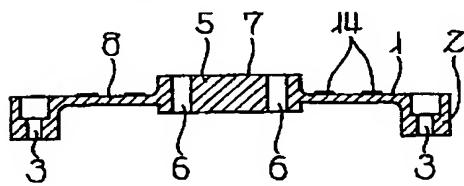
第 15 図



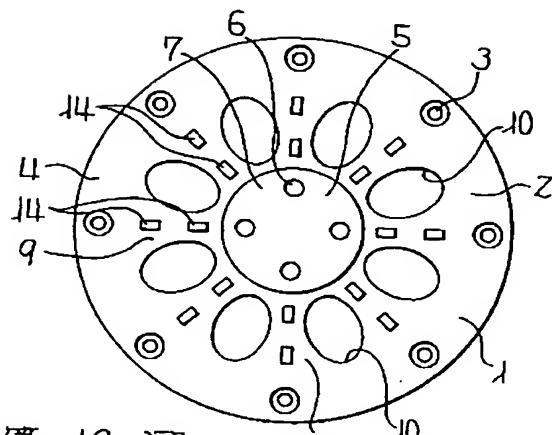
第 16 図



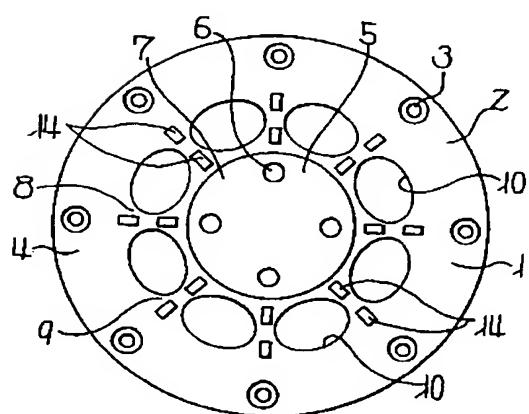
第 17 図



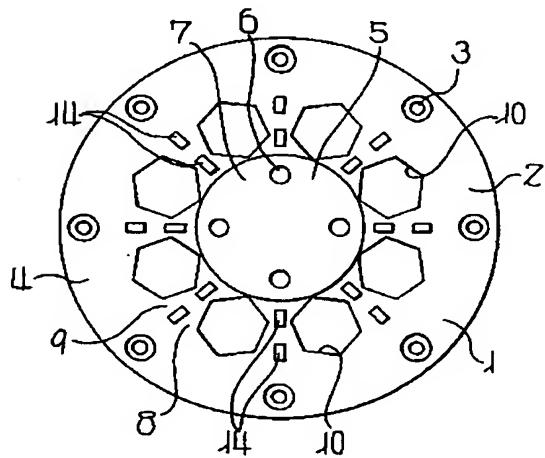
第 18 図



### 第 19 図



第 20 図



## 手 線 表 正 善 (自発)

昭和61年10月16日

特許庁長官　星田明雄殿



## 1. 事件の表示

特願昭61-219968号

## 2. 発明の名稱

力検出装置

## 3. 補正をする者

事件との関係　特許出願人

住所　東京都大田区中馬込1丁目3番6号

名称　674 株式会社 リマコニ  
代表者　浜田　ヒロシ  
廣

## 4. 代理人

〒107

住所　東京都港区南青山5丁目9番15号

共同ビル(新青山)　電話 409-4535

氏名　7211 弁理士　柏木　明



## 5. 補正命令の日付

なし

## 6. 補正の対象

明細書

## 7. 補正の内容

別紙のとおり



6. 第7頁第12行目の「45度の角度を持つZ軸」を「45度の角度を持つ軸」に補正する。

7. 第8頁第18行目の「持つZ軸上に」を「持つ軸上に」に補正する。

8. 第23頁第18行目の「X」を「Z」に補正する。

9. 第24頁第3行目乃至第7行目の文を削除する。

10. 第24頁第14行目の「Fz出軸」を「Fz検出軸」に補正する。

11. 第26頁第10行目の「X軸方向」を「X軸と直交するY軸方向」に補正する。

## 特願昭61-219968号補正書

この出願に關し、明細書中の記載を下記のように補正する。

## 記

1. 特許請求の範囲を別紙のように補正する。

2. 第5頁第15行目の「X軸」を「X軸と直交するY軸」に補正する。

3. 第5頁第17行目の「検出面のX軸方向と直交するY軸」を「検出面のY軸」に補正する。

4. 第5頁第18行目の「変化させるY」を「変化させるX」に補正する。

5. 第6頁第3行目の「なすZ軸方向にそのZ軸方向」を「なす軸方向にその軸方向」に補正する。

- 1 -

12. 第26頁第11行目乃至第12行目の「前記検出面のX軸方向と直交するY軸方向」を「前記検出面のY軸方向」に補正する。

13. 第26頁第13行目の「Y軸方向」を「X軸方向」に補正する。

14. 第26頁第15行目の「45度をなすZ軸方向にそのZ軸」を「45度をなす軸方向にその軸」に補正する。

別 紙

2. 特許請求の範囲

中心部と周辺部とのいずれか一方を支持部とし  
他方を作用部とし、これらの両者間に検出面を形  
成し、この検出面よりも前記中心部と前記周辺部  
との剛性を大きくした平板状起亜体を形成し、こ  
の平板状起亜体の前記検出面のX軸方向にそのX  
軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化させる  
X軸方向と直交するY軸方向の成分力検出のため  
の検出素子を形成し、前記検出面のY軸方向にそ  
のY軸方向の機械的変形により電気抵抗を変化さ  
せるX軸方向の成分力検出のための検出素子を形  
成し、前記検出面のX軸及びY軸方向と互いに4  
5度をなす軸方向にその軸方向の機械的変形によ  
り電気抵抗を変化させるZ軸方向の成分力検出の  
ための検出素子を形成したことを特徴とする力検  
出装置。